

## DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE COLÉMBOLOS EN DOS TIPOS DE LOMBRICOMPOSTA PRODUCIDA EN EL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

J. G. Palacios-Vargas<sup>1</sup>✉, A. I. Ortiz-Ceballos<sup>2</sup> e I. Salvador-Escobedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM, C. P. 04510. México, D. F.

<sup>2</sup>Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, C. P. 91090. México

✉ Autor de correspondencia: troglolaphysa@ciencias.unam.mx

**RESUMEN.** Se analizó un total de 40 muestras (15 en Xico y 25 en Teocelo) de lombricomposta producida con distintos tipos de desechos orgánicos y colectadas en diferentes etapas del proceso. La especie de lombriz en la composta fue *Eisenia foetida*. Las muestras se colocaron en embudos Berlese-Tullgren en el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada-UV, al principio con luz artificial nocturna y después de tres días se retiraron los frascos colectores de 100 ml. En la Facultad de Ciencias de la UNAM, con el microscopio de disección se separaron los colémbolos, se cuantificaron, se realizaron preparaciones semipermanentes en líquido de Hoyer e identificaron a nivel familia en un microscopio clínico con contraste de fases. En la lombricomposta de Teocelo y Xico se obtuvieron 16,714 y 44,669 colémbolos respectivamente, pertenecientes a cuatro y ocho familias. En ambos sitios sobresalieron los colémbolos de las familias Onychiuridae (Teocelo: 51 %; Xico: 43 %) e Isotomidae (Teocelo: 32 %; Xico: 34 %), mientras que las familias Neanuridae (Teocelo: 6 %; Xico: 15 %) y Entomobryidae (Teocelo: 11 %; Xico: 5 %) tuvieron una menor abundancia. Los colémbolos de las familias Hypogastruridae, Tullbergiidae, Sminthuridae y Cyphoderidae fueron escasos y sólo se encontraron en la lombricomposta de Xico.

**Palabras clave:** Collembola, diversidad, Xico, Teocelo, lombricomposta.

### Diversity and abundance of springtails in two types of lumbricompost in the state of Veracruz, Mexico

**ABSTRACT.** A total of 40 samples (15 from Xico and 25 from Teocelo) of lumbricompost, produced with different types of organic wastes and collected in different stages of production, were analyzed. The species used was *Eisenia foetida*. The samples were placed on Berlese-Tullgren funnels at the Biotechnology and Applied Ecology Institute-UV, with artificial light. After three days, the collecting jars of 100 ml with ethanol were removed and sent to Sciences Faculty, at UNAM. Specimens were isolated and quantified under the dissecting microscope. Hoyer's solution slides were prepared for identification under clinic microscope with phase contrast. A total of 44,669 and Onychiuridae (Teocelo: 51 %; Xico: 43%) and Isotomidae (Teocelo: 32%; Xico: 34%) in both localities was found. The percent of Neanuridae (Teocelo: 6%; Xico: 15%) and Entomobryidae (Teocelo: 11%; Xico: 5%) had lower abundance. Hypogastruridae, Tullbergiidae, Sminthuridae and Cyphoderidae were scarce and only in the lumbricompost of Xico

**Keywords:** Collembola, diversity, Xico, Teocelo, lumbricompost.

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas y en general las actividades humanas de la sociedad moderna e industrializada han venido impactando la sostenibilidad de la Tierra. Los procesos de degradación del suelo fértil afectan a unos 250 millones de personas y a la tercera parte de la superficie terrestre; la subsistencia de unos mil millones de personas que la habitan en cien países se encuentra amenazada porque dependen de suelos fértiles y útiles, que los provean de alimentos y sustenten sus principales requerimientos (Ruiz y Febles, 2016). Por otro lado, existe la necesidad de disminuir la contaminación que generan los desechos orgánicos.

Desde hace años se ha venido utilizando a la lombriz de tierra epigea *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) para producir biofertilizante rico en materia orgánica, con alta carga microbiana que participa

en la fijación de N, disponibilidad de nutrimentos, degradación de materiales orgánicos, biorremediación, entre otros (Oliver y Silva, 2016). A la fecha no se cuenta con datos fidedignos de la cantidad de toneladas de lombricomposta producida en México (comunicación institucional, SIAP, 2016). Sin embargo, es reconocida la importancia de su elaboración y uso en la nutrición de cultivos. Los colémbolos son uno de los grupos de microorganismos presentes en la lombricomposta y por su abundancia tienen una gran relevancia en el proceso de descomposición de los materiales orgánicos; es decir, es un grupo dominante de la fauna edáfica y junto con los ácaros representan más del 90 % del cúmulo de artrópodos (Palacios-Vargas *et al.*, 2009).

En México, los estudios realizados en composta y lombricomposta han demostrado la presencia importante de los colémbolos (Mejía-Recamier y Palacios-Vargas, 2008). En la planta de compostaje del Bordo de Xochiaca, Estado de México, se encontró una gran cantidad de colémbolos de los géneros *Xenylla*, *Proisotoma*, *Lepidocyrtus*, *Seira* y *Entomobrya*. Asimismo, en la composta del Pedregal de San Ángel se registraron 17 especies de colémbolos (Palacios-Vargas *et al.*, 2009; Cutz Pool, 2008) que se encuentran en diferentes hábitats como la hojarasca, suelo, corteza, troncos en descomposición y en macetas. Por ejemplo, los colémbolos de los géneros *Xenylla* y *Entomobrya* pertenecientes a las familias Hypogastruridae y Entomobryidae, son los más diversos de la Reserva del Pedregal de San Ángel.

En el análisis realizado a la lombricomposta aplicada a un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en la Delegación Magdalena Contreras, D.F. se registró un total 2,700 colémbolos pertenecientes a cinco familias (Robles *et al.*, 2012). Entre ellos, el 90.70 % pertenecen a la familia Onychiuridae (*Orthonychiurus folsomi* y *Onychiurus* sp.), el 8 % a Isotomidae (*Proisotoma minima* y *P. sepulchralis*), el 0.85 % a Entomobryidae (*Entomobrya* sp.) y por último, el 0.18 % a las familias Neanuridae (*Neanura muscorum*) e Hypogastruridae (*Xenylla* sp.).

Estas son las pocas investigaciones realizadas en México sobre los colémbolos que viven en la composta y lombricomposta y han sido escasamente abordadas a nivel internacional. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue dilucidar la diversidad y abundancia de colémbolos en dos plantas de lombricomposteo de Xico y Teocelo del Estado de Veracruz.

## MATERIALES Y MÉTODO

El municipio de Xico está ubicado a 19° 27' Norte y 97° 01' Oeste con una altitud de 1320 msnm. El clima es templado-húmedo, con una temperatura media anual de 19 °C y una precipitación anual de 1750 mm. Las lluvias más abundantes ocurren de junio a septiembre y disminuyen en febrero (Martínez y Cruz, 2009). En la comunidad de San Marcos de León se colectaron las muestras en la lombricompostera “El Olmo”, con una antigüedad de más de 15 años. Teocelo se ubica a 1160 msnm, una temperatura media anual de 18 °C y clima templado-húmedo, con lluvias abundantes en otoño e invierno. Desde hace 10 años aproximadamente el municipio recicla 2.5 ton diarias de desechos orgánicos, los deposita en la planta de lombricomposteo que se encuentra instalada en una superficie de una hectárea y que cuenta con un total de 30 camas (Hernández, 2013).

Se tomaron muestras en recipientes de plástico de 12x12x8 cm, en las etapas del proceso de elaboración de la lombricomposta. En ambos sitios (Xico y Teocelo) el proceso de lombricomposteo se realiza con diferente sustrato (Cuadros 1 y 2).

Los muestreos 1 y 2 de Teocelo son distintos respecto de las fases del lombricomposteo y del número de repeticiones. Es decir, el muestreo 1 se obtuvo de cada una de las etapas que comprenden el proceso completo en que se produce el sustrato. El muestreo 2 consistió en la toma de cinco muestras del sustrato en sus últimas fases, sin repeticiones.

Cuadro 1. Número de muestras y réplicas durante el proceso de lombricomposteo con pulpa de café en la planta “El Olmo”, San Marcos de León, Xico, Veracruz, México.

Condición	Núm. de réplicas
Pulpa de café	3
Iniciado	2
Medio	3
Cosecha en fresco	4
Finalizado (seco y cernido)	3
TOTAL	15

Cuadro 2. Toma de muestras y número de réplicas durante el proceso de lombricomposteo, con base en materiales orgánicos domésticos en la planta municipal de Teocelo, Veracruz, México.

Muestreo 1		Muestreo 2
Condición (días)	Repeticiones	Condición
Precomposteo (15)	4	Precosecha
Precosecha (30)	4	Cosechada
Cosechado (45)	4	Recién cosechada
Cernido (60)	4	Medio proceso
Listo para venta	4	Lombricomposta
TOTAL	20	

Una vez colectadas las muestras en las plantas de lombricomposta de Xico y Teocelo, se trasladaron al Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA) de la Universidad Veracruzana, en donde se colocaron en embudos Berlese-Tullgren, durante tres días con luz artificial, permitiendo extraer a los colémbolos en frascos de 100 ml que contenían 50 ml de etanol al 70 %. En el laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, los colémbolos se separaron y cuantificaron bajo el microscopio de disección; después, en preparaciones semipermanentes en líquido de Hoyer y con ayuda de un microscopio clínico de contraste de fases se identificaron a nivel familia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la lombricomposta de café de la planta “El Olmo” en Xico se registró una abundancia de 44,669 colémbolos, de los cuales 12,777 pertenecen a la familia Onychiuridae (28.60 %), seguida de Isotomidae (9,890) (22.14 %), Neanuridae (4,277) (9.57 %) y Entomobryidae (1,426) (3.19 %) (Fig. 1). Asimismo, aunque en mínima cantidad, se encuentran colémbolos de la familia Cyphoderidae (65) (0.14%), Sminthurididae (10) y Tullbergiidae (1), las que no han sido halladas en estudios similares. Además, se encontraron colémbolos de la familia Hypogastruridae (2.24%).

En la lombricomposta de materiales orgánicos domésticos de la planta de Teocelo se encontraron un total 16,714 colémbolos (Muestreo 1: 10,548; Muestreo 2: 6,166). En los dos muestreos se encontraron colémbolos de las familias Onychiuridae, Isotomidae, Neanuridae y Entomobryidae. Prevaleció la cantidad de individuos de la familia Onychiuridae e Isotomidae (Fig. 1), semejante a lo hallado por Robles *et al.* (2012). Cabe hacer mención que los desechos orgánicos domésticos recibidos en la planta se encuentran mezclados con desechos inorgánicos (plásticos, pilas, vidrio, entre otros); esto sugiere la presencia de metales pesados y un pH alcalino, lo que explicaría la menor abundancia y diversidad de colémbolos a la registrada en la lombricomposta de Xico. Como se analizaron 25 muestras de Teocelo y 15 de Xico, la cantidad hallada en el primer sitio sólo representa el 27.22 % del total obtenido en ambos sitios (Fig. 2).

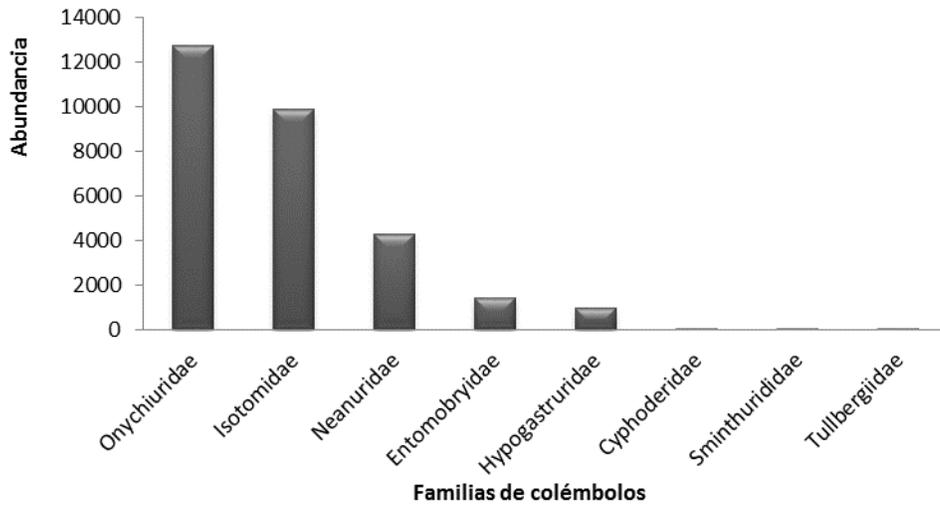


Figura 1. Abundancia de familias de colémbolos en la lombricomposta de Xico, Veracruz, México.

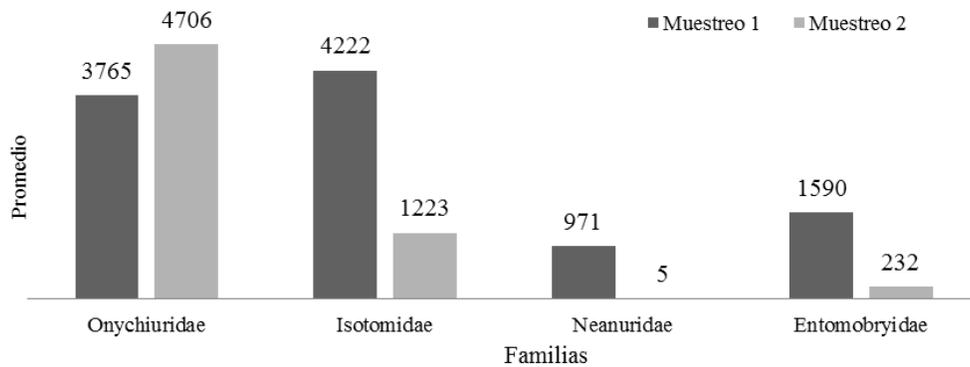


Figura 2. Número promedio de familias de colémbolos presentes en la lombricomposta de Teocelo, Veracruz, México.

Se observa que los colémbolos presentes en la lombricomposta pertenecen a las familias Onychiuridae e Isotomidae, y juntos ocupan el 50.68 % del total de individuos obtenidos en ambos sitios de estudio (Fig. 3).

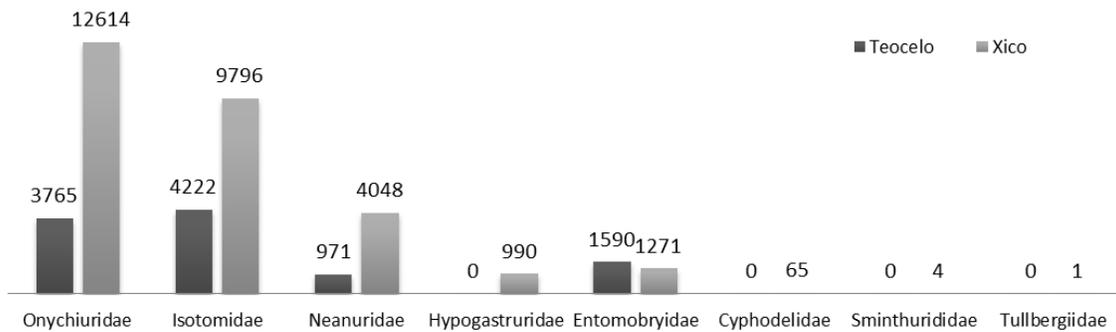


Figura 3. Promedio de familias de colémbolos, presentes durante las etapas de producción de lombricomposta de Teocelo y Xico, Veracruz, México.

La figura 4. muestra que la mayor abundancia de colémbolos se presenta en las etapas intermedia y final del proceso de lombricomposteo de Teocelo, lo que estaría relacionado con la presencia de microorganismos como bacterias y hongos, entre otros, que fungen como alimento para estos microartrópodos, además de que el proceso de fragmentación de los agregados es mayor, lo que permite una mejor movilidad de *Eisenia foetida*. Sin embargo, es importante realizar estudios fisicoquímicos de las distintas fases para obtener datos precisos de las tasas de descomposición de los nutrientes (Muñoz, Muschler, Harmand, Soto, 2004). La abundancia de colémbolos en las etapas “medio” y “finalizado”, en la lombricomposta de Xico podría deberse a que los términos de tiempo entre cada fase son cortos (1 a 2 meses), lo que permite que se conserve la humedad y condiciones ambientales, constituyendo un reservorio para la micro y mesofauna que vuelve a reproducirse. Por el contrario, la población de colémbolos en la lombricomposta de Teocelo tiende a disminuir, lo que sugiere un manejo deficiente pues al analizar las muestras se observó gran abundancia de plásticos, vidrio y papel, entre otros desechos inorgánicos.

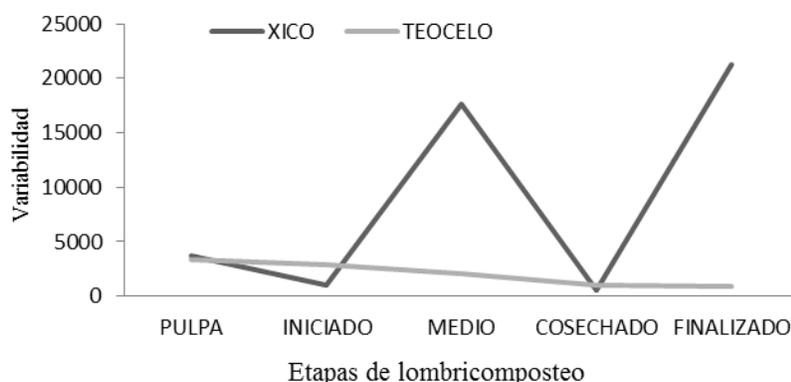


Figura 4. Variabilidad de colémbolos presentes en las etapas de lombricomposteo en las plantas de Xico y Teocelo, Veracruz, México.

Koushik y colaboradores (2014) mencionan a los colémbolos como el grupo de artrópodos más numeroso presente en la lombricomposta (91.33 y 50.67 individuos/400 g de suelo), aunque no indican qué familias se encuentran en ella; sin embargo, en el presente estudio se encontró una mayor abundancia de colémbolos.

## CONCLUSIÓN

Los colémbolos de las familias Onychiuridae (Teocelo: 51 %; Xico: 43 %) e Isotomidae (Teocelo: 32 %; Xico: 34 %), fueron los más abundantes en la lombricomposta en este estudio. Esto es comparable a los resultados obtenidos por Robles *et al.* (2012) en un trabajo sobre lombricomposta llevado en Contreras, Cd. de México donde de un total de 2,700 colémbolos (pertenecientes a 5 familias), 2,454 (90.70 %) pertenecen a la familia Onychiuridae (*Orthonychiurus folsomi*). En la lombricomposta de Xico, el género *Proisotoma* (Isotomidae) se encontró en una gran cantidad, lo que también se ha visto en otros estudios como el realizado sobre la composta en el borde de Xochiaca, Estado de México (Mejia-Recamier y Palacios-Vargas, 2008). Flores-Pardavé *et al.* (2011) también han registrado dicho género en suelos con adición de materia orgánica presente en los biosólidos en cultivos de alfalfa y maíz en el estado de Aguascalientes; sin embargo, no encontraron ningún Onychiuridae. Los resultados sugieren estudiar en la lombricomposta de Teocelo la posible relación de la diversidad y abundancia de colémbolos con la presencia de metales u otros elementos que deben ser evaluados.

## Agradecimientos

Se agradece a la Dra. Blanca Estela Mejía Recamier, por su apoyo en las técnicas de montaje y al Biól. Rogelio Lara González, por su apoyo en la toma de muestras de la lombricomposta de Teocelo y Xico, Veracruz.

## Literatura Citada

- Cutz-Pool, L. Q. 2008. Primeros registros sobre colémbolos de composta en México. Pp. 808–812. *In*: Estrada-Venegas, E. G., Equihua-Martínez, A., Padilla-Ramírez, J. R. y A. Mendoza-Estrada. (Eds.) *Entomología mexicana*. Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de Postgraduados.
- Flores-Pardavé, L., Palacios-Vargas, J. G., Castaño-Meneses, G. y L. Q. Cutz-Pool. 2011. Colémbolos de suelos agrícolas en cultivos de alfalfa y de maíz adicionados con biosólidos en Aguascalientes, México. *Agrociencia*, 45(3): 353–362.
- Hernández, C. A. 2013. Teocelo: trabajo comunitario frente a la escasez de recursos. *Uniwersytet Warszawski*. Varsovia, Polonia. *Revista del CESLA*, 16: 151–157.
- Koushik, N. R., Naik, A. K. and V. Upar, 2014. Study of soil arthropod population in organic manure, vermicompost and farm ard manure applied ecosystems. University of Agricultural Sciences, Dharwad, India. *Journal of Experimental Zoology, India*, 17(2): 715–718.
- Martínez, I. y M. Cruz. 2009. El uso de químicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, Veracruz, México, y el posible impacto ambiental. *Acta zoológica mexicana (n. s.)*, 25(3): 673–681.
- Mejía-Recamier, B. E. y J. G. Palacios-Vargas. 2008. Colémbolos de la composta en el Bordo Poniente de Xochiaca, Estado de México. Pp. 820–824. *In*: Estrada-Venegas, E. G., Equihua-Martínez, A., Padilla-Ramírez, J. R. y A. Mendoza-Estrada. (Eds.). *Entomología mexicana*. Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de Postgraduados.
- Muñoz, C., Muschler, R., Harmand, J M. y G. Soto, 2004. Pérdida y liberación de nutrimentos durante la descomposición de tres tipos de compost en condiciones de campo. *Avances en Investigación Agroforestería en las Américas*, 41-42: 22–28.
- Oliver, R. y L. Silva. 2005. Uso de diferentes sustratos orgánicos en el desarrollo de *Eisenia Foetida* Lombriz Roja de California. Memorias del X Congreso Nacional y IV Internacional de Ciencias Básicas. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*, 21(Suppl. 1): 451–457.
- Palacios-Vargas, J. G., Mejía-Recamier, B. E. y L. Q. Cutz-Pool. 2009. Microartrópodos Edáficos. Pp. 203–211. *In*: *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Lot, A. y Z. Cano-Santana (Eds.). UNAM. México.
- Robles, F., Salvador, I., Juárez, C., Montiel, D., Mejía-Recamier. B. E. y J. G. Palacios-Vargas. 2012. Colémbolos (Hexapoda) asociados a lombricomposta de cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) en la Magdalena Contreras, D. F. Pp. 487–491. *In*: Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E. G., Acuña-Soto, J. A., Chaires-Grijalva, M. P. y G. Durán Ramírez. *Entomología mexicana*. Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de Postgraduados.
- Ruiz, T. y G. Febles. 2016. La desertificación y la sequía en el mundo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(2): 1–11.